ANÁLISE DE POSSIBILIDADES DE OCORRÊNCIA DE MOVIMENTO DE MASSA NA ÁREA URBANA DE JUIZ DE FORA, MG

Sarah LAWALL [1]
Geraldo César ROCHA[2]

RESUMO

Juiz de Fora, cidade pólo da Zona da Mata Mineira, apresenta vários problemas de ordem ambiental, sendo um dos principais os escorregamentos ou movimentos de massa, provocados principalmente pela frágil estruturação física da região, acentuadas declividades, desmatamento e o processo de ocupação desordenada a que a cidade foi submetida. O presente trabalho visou à avaliação de possibilidades ou riscos de ocorrência de movimentos de massa na área urbana de Juiz de Fora, com base na metodologia de análise de riscos ambientais e utilização de sistemas geográficos de informação (SAGA/UFRJ). As informações sobre vulnerabilidades urbanas são indispensáveis para a gestão dos riscos naturais da área urbana, principalmente em uma cidade ambientalmente frágil como Juiz de Fora, com relevantes ocorrências de movimentos de massa, muitas vezes associados à fatalidades e perdas materiais. Foram elaborados cartogramas digitais do meio físico, criando-se uma base de dados georreferenciada do município. Trabalhou-se em escala 1:100.000, com interpretação prévia de fotografias aéreas e imagens de satélite Landsat, seguida de mapeamento em campo e obtenção de cinco cartogramas digitais: Litologia, Intensidade de Lineamentos Estruturais, Declividade, Drenagem e Vegetação/Uso do Solo. Os planos de informação foram cruzados dois a dois, utilizando-se o sistema de pesos e notas para aferição dos elementos de maior ou menor vulnerabilidade aos escorregamentos. Como resultado do cruzamento dos planos de informação contidos nos cartogramas, foi elaborado o Mapa de Riscos à Escorregamento na Área Urbana de Juiz de Fora, contendo as classes de baixíssimo, baixo, médio, alto e altíssimo risco a movimentos de massa. Cabe ressaltar que a escala adotada permitiu a visualização global da área estudada, definindo os locais de maior vulnerabilidade aos eventos de movimentos nas encostas, onde observou-se que as regiões com maior possibilidade de ocorrência de movimentos de massa (alto e altíssimo risco) concentram-se ao sul e sudeste da zona urbana, coincidindo com as áreas centrais da cidade, o que expõe uma maior parcela da população a este tipo de evento. Tendo em vista a relevância do mapeamento realizado e a concentração populacional nessas áreas mais fragilizadas, está sendo realizado, através do Laboratório de Geologia e Pedologia da Universidade Federal de Juiz de Fora, o estudo detalhado dessas áreas mais instáveis para o evento escorregamento, como foram destacadas no mapa final gerado pelo Sistema de Informação Geográfica. O detalhamento das informações contidas servirá como base para ações concretas de contenção e intervenção imediata como drenagem, revegetação, retraçado de vias e educação ambiental.

[1] Universidade Federal de Juiz de Fora, graduanda, sarahlawall@yahoo.com.br
[2] Universidade Federal de Juiz de Fora, professor Doutor, geraldoroc@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, e em especial nas três últimas décadas, o espaço urbano brasileiro vêm sendo palco de inúmeras transformações antrópicas relacionadas com o intenso processo de ocupação dos centros urbanos(Guerra & Gonçalves, 2001). Essa ocupação se processou de forma acelerada, irregular e não planejada o que tornou, de certa forma, os locais sensives às gradativas mudanças provocadas pelo homem, à medida que se intensificaram os desmatamentos, erosões e assoreamentos, ocupação irregular, entre outros. (Guerra & Gonçalves, 2001).

Gerra & Cunha, 2001 denotam-se a crescente demanda para pesquisar os impactos ambientais urbanos, na qual é fundamental a compreensão da cidade moderna (novas mudanças na forma de produção, função, estrutura, dinâmica e infra-estrutura), como movimento.A partir desse princípio se insere os problemas ambientais relacionados ao espaço urbano que atualmente vem sendo debatido por inumeros profissionais e em especial os geógrafos que segundo (Coelho, 2001 p.19) "...nunca falaram tanto das relações entre sociedade e natureza...".

Dentre os impactos urbanos ressaltam-se os movimentos de massa, com destaque para os deslizamentos de encontas, que são conceituados por FERNANDES & AMARAL, 1996 por fenômenos de grande complexidade por apresentar uma forte relação desses com as atividades humanas que aceleram os processos naturais e contínuos da dinamica externa. Também são tidos como complexos pela extrema variância da escala de ocorrência além da variabilidade dos materiais envolvidos.

A extensão dos escorregamentos atinge não somente os grandes centros urbanos mas também as cidades de porte médio como é o caso da cidade de Petropólis que possui histórico de estudo na previsão, controle e ocorrência dos eventos encontrados por exemplos em (FERNANDES & AMARAL, 1996) e (GUERRA & GONÇALVES, 2001).

Neste contexto se insere a cidade de Juiz de Fora que atualmente vêm sofrendo uma série de impactos ambientais decorrentes do seu processo histórico de ocupação irregular e acelerada que, dentre eles, encontram-se os escorregamentos de encontas.

A cidade de Juiz de Fora está localizada no sudeste mineiro, na Unidade Serrana na Zona da Mata, pertencente à Serra da Mantiqueira Setentrional. Esta região possui altitudes que variam de 1000 m, nos pontos mais elevados, a 650 m no fundo do vale do rio Paraibuna, sendo os níveis médios de 800m.

Em decorrências dessas feições, o processo de ocupação e em seguida urbanização do município se estendeu em todo curso médio do rio Paraibuna. Este processo se intensificou em meados do século XIX com a construção da Estrada União & Indústria, que ligava o estado de Minas Gerais ao Rio de Janeiro passando pela cidade de Juiz de Fora. Esse fator, atrelado à posição geográfica da cidade em relação as capitais regionais, viabilizou uma diversidade de investimentos urbanos locais. Nesta fase a população da cidade crescia em um ritmo acelerado com a participação dos estrangeiros atraídos pela política do governo imperial. Entre 1889 e 1930 a cidade atingiu a importância nacional pela industrialização onde foi considerada a "Manchester Mineira". Segundo os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Juiz de Fora possuía em 1920 um total de 118.166 habitantes, destacando o crescimento dessa população na área urbana (PJF,1996).

"Em meados do século XX a produção industrial sofre limitações e fragilidades de diversos fatores, uma delas foi à falta de investimentos voltados para modernização da produção, onde culminou na transformação do perfil econômico da cidade"(PJF,1999). A cidade passou a ser considerada como pólo regional prestador de serviços, desenvolvendo atividades terciárias que se tornaram tradicionais, como educação e saúde, ampliando-se não só para Zona da Mata como outras cidades Mineiras e do Estado do Rio de Janeiro.

Além desses serviços destacados, o comércio varejista, a rede bancária, as pequenas e médias empresas, especialmente as têxteis, e a construção civil definem o atual empreendimento do poder público em simetria com setor privado, além de incentivos fiscais usados para atrair novas industriais e o recurso da criação dos distritos industrias que oferecem subsídios e toda a infra-estrutura para estas. Estes são esforços que a cidade vem desenvolvendo com o objetivo de retomar ao crescimento econômico e industrial e que atraem a população para a cidade disponibilizando-a o mercado de trabalho.

Dentro desse contexto histórico, a cidade hoje, assim como as principais cidades de porte médio no Brasil, vêm sofrendo com o crescimento urbano desordenado, segundo dados de Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística do ano de 2000, a cidade de Juiz de Fora conta com uma população de 456.432 habitantes em uma área de 1.429,8 Km2, sendo que 99,17% desses habitantes residem em área urbana. A expansão urbana e por conseqüência, o crescimento populacional tem ultrapassado os limites do centro e dos arredores da cidade levando esta população a escolherem outras áreas para moradia, sendo por diversas vezes prejudicadas as classes sociais desprivilegiadas, ou seja, a população de baixa renda. Essa população carente é deslocada para áreas periféricas onde não são atendidas pelas infra-estruturas urbanas básica como saneamento, calçamento, transporte e luz elétrica.

E esse episódio torna-se mais comum e dinâmico no município trazendo um custo alto para toda sociedade. Neste contexto, o Departamento de Geociências da Universidade Federal de Juiz de Fora se insere como agente direto na elaboração de diagnósticos e mapeamentos temáticos, que servem de subsídios para o planejamento do uso e ocupação de solo urbano, além de alertar a população sobre os riscos a que está exposta. Esse mapeamento das áreas susceptíveis a escorregamento de encontas vem sendo estudado pelo Departamento por intermédio do Laboratório de Geoprocessamento Aplicado e Laboratório de Geologia e Pedologia desde o ano de 2000 onde foram constatadas e pontuadas as diferentes localidades susceptíveis aos eventos de escorregamentos seguundo o grau de intensidade atribuído com auxilio de Sistema Geográfico de Informação, SAGA desenvolvido pelo Lageop (Laboratório de Geoprocessamento da Universidade federal do Rio de Janeiro).

Com isso, tem-se o objetivo do presente trabalho de demostrar as possibilidades de ocorrência de escorregamento de encontas na cidade de Juiz de Fora, partindo das classes de intensidade do fenômeno, assim como ressaltar a importância do estudo detalhado das áreas mais susceptíveis ou de alto e altíssimo risco ao evento.

MÉTODOS e TÉCNICAS

O mapeamento e avaliação das possibilidades de ocorrências a escorregamento de encostas foi realizado seguindo o emprego de técnicas de geoprocessamento, com base na metodologia da Análise Ambiental por Geoprocessamento encontrado em (XAVIER-DA-SILVA,1992).

A metodogia segue duas etapas principais: a formação do bancos de dados ou fase de pre-geoprocessamento e o geoprocessamento dos dados para a realização das Análises e Avaliações Ambiental que, constam da interpolação dos dados temáticos viabilizando a geração do mapa final das areas de risco a escorregamento de encostas.

A primeira etapa, consistiu na captura via scanner de mapas pre-existentes no Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora (PJF, 1996) além de mapas do Instituto de Geociencias Aplicada (IGA,1981) e imagem de satélite Landsar e fotografias aereas que foram interpretadas previamente. Entretanto, encontrou-se dificuldade no trabalho cartografico devido a variabiidade de escalas encontradas neste material sendo necessario a readequação dos mesmos ao interesse inicial do estudo.

Os mapas foram ordenados em escala de 1:100.000 com resolução de 20 metros. Em seguida partiu-se para a geração dos *layers* digitais das diferentes entidades ambientais com o auxilio do programa CorelDraw 9 (software grafico e vetorial). Os cartogramas selecionados foram: litologia, Intensidade de Lineamentos Estruturais, Declividade, Materiais de Origem, Rede Hidrográfica, Vegetação/Uso e Ocupação, que foram devidamente vetorizados pelo sistema Geográfico de Informação SAGA/UFRJ.

A segunda etapa da metodologia consistiu no cruzamento e/ou na avaliação dos cartogramas tematicos digitais com o objetivo de diagnosticar e destacar a intensidade do nivel de risco a ocorrência de escorregamento em encostas na area urbana de Juiz de Fora. Sendo que as informações sobre a vulnerabilidade urbana são indispensáveis para a gestão dos riscos ambientais.

Cabe ressaltar que nesta fase foi utilizado o módulo Avaliação Ambiental do mesmo software de geoprocessamento, ou seja, SAGA/UFRJ.

Foram cruzados os dados de Litologia com Intensidade de Lineamentos Estruturais e, Declividade com Vegetação/ Uso e ocupação que seguiram o sistema de Pesos (0-100%) para os cartogramas e Notas (0-10) para as categorias e/ou legendas conforme o caracter avaliativo e qualitativo do estudo. Essa etapa foi de fundamental importância o conhecimento e o trabalho multidisciplinar dos envolvidos no estudo a fim de equacionar coerentemente o sistema de pesos e notas. Esse procedimento seguiu uma ordem que é apresentada por Arvore de decisão que segundo (XAVIER-DA-SILVA, 2001) são procedimentos exploratórios e podem gerar o acervo de conhecimentos – informação – que compõe um ambiental, podem constituir este modelo digital da realidade ambiental. Em anexo 1 encontras-se a Arvore de Decisão utilizada para os cruzamentos ou interpolação dos dados ambientais dos cartogramas gerados pelo sistema de informação.

Por fim, com o resultado dos cruzamentos dos dois cartogramas oriundos das primeiras avaliações, gerou-se o cartograma digital na escala de 1:100.000 intitulado de Mapa de Riscos a Escorregamento de Encostas na Área Urbana de Juiz de Fora.

Cabe ressaltar e justificar que a escala adotada teve como objetivo inicial a visão geral, regional dos eventos, definindo assim, locais para futuras intervenções e mapeamentos detalhados, como está sendo desenvolvido pelo Laboratorio de Geologia e Pedologia cartogramas na escala de 1:10.000.

RESULTADOS

Nos cartogramas gerados, seguindo a Arvore de Decisão proposta, foram significativos os resultados para a análise ambiental, possibilitando a identificação das áreas fragilizadas quanto ao risco à escorregamento, bem como a finalização com o cartograma do Risco a escorregaemnto de Encosta na area urbana de Juiz de Fora indicando a áreas mais susceptíveis a ocorrencia do fenômeno ambiental localizado em áreas urbanizadas, com elevada concentração populacional

Os cartogramas obtidos forneceram dados significativos seja para a avaliação ambiental da fragilidade geotécnica e geológica, seja para a avaliação dos riscos á escorregamento propriamente dito.

O cartograma Intensidade de Lineamentos Estruturais delimitou area com maior ou menor concentração de falhas e fraturas, observando dois grandes sistems de lineamentos a sudeste e oeste da area urbana. Esses lineamentos relacionam-se com as rochas do Complexo Juiz de Fora, destacando-se gnaisses com cataaclases e recristalizações, assim como gnaisses Kingizíticos. O Complexo Juiz de Fora se estende continuamente em toda porção meridional do Perímetro Urbano, fazendo contato, ao norte, com as rochas do

Domínio Gnaisse Piedade (PJF, 1996). Há uma falha geológica regional, que atravessa a parte central da área urbana, com direção nordeste/sudoeste. Essa falha mostra-se como uma frente principal de um falhamento gerado por grandes esforços, que também produziram outros sistemas menores de falhamentos.

O cartograma de Litologia mostrou as diferentes rochas da área, possibilitando diferenciar litologias com maior ou menor propensão ao intemperismo tropical. Assim, anfibolitos e metabasitos, por exemplo, foram considerados mais propensos ao intemperismo quimico do que o gnaisses com quartzitos.

O cruzamento desses cartogramas gerou o mapa de Fragilidade geotécnica que foi devidadamente cruzado com o cartograma de Material de Origem (Formações Superficiais) que teve como base o potencial erosivo da cada formação superficial. Com isso, originou-se o mapa de Fragilidade Geológica.

Esse cruzamento indicou que na parte sul da area urbana de Juiz de Fora é mais fragil geologicamente, destacando que é justamente na parte sul em que se encontra as maiores concentrações demograficas da cidade.

O cartograma de Fragilidade Geológica foi interpolado com o cartograma de declividade. A declividade para os fins desta pesquisa (geração do mapa de risco a escorregamento) foi de suma importancia pela cidade estar inserida em uma região montanhosa considerado por (AB'SABER, 2003) como Mares de Morros e como resultado do cruzamento desses dois mpas, ressaltaram-se as categorias de declividade acima de 12% e principalmente 30%, ou seja, indicando áreas impróprias para a ocupação e edificações. No anexo 2 mostra-se o Mapa de Risco a Escorregamento de Encostas na Area Urbana.

Na geração da legenda final do mapa de escorregamento apresenta-se cinco classes ou niveis de risco: baixissimo, baixo, médio, alto e altíssimo. O resultado da distribuição das classes na area urbana a partir de Assinaturas Ambientais que permitem a localização dos atributos em area, ressaltam-se a grande concentração de ares de médio risco (14.173,20 hectares). Porem, as area de alto e altissimo risco a escorregamento contam com 1.004,50 hectares sendo representada por areas de altíssimas declividades (acima de 50%) e alta intensidade de lineamentos estruturais.

Areas com estas caracteristicas estão localizadas, em sua maioria, nos bairros centrais e nas porções sul e sudeste da area urbana de Juiz de Fora, MG. Lembrando que estes niveis foram identificados em escala de 1:100.000 e partindo deste principio estão sendo desenvolvidos mapeamentos detalhados dos pontos onde foram identificados como alto e altissimo risco.

Para a continuidade deste trabalho foi escolhido uma unidade de mapeamento baseada na delimitação da microbacia do córrego do Indepêndencia que, abrange a area central e sul da parte urbana, além de incluir um dos bairros onde ocorrem os maiores eventos e as mairoes vulnerabilidades aos escorregamentos de encostas, o bairro Dom Bosco.

REFERÊNCIAS

Deve-se usar preferencialmente as Normas de elaboração de referências da ABNT- NBR 6023 (agosto de 2002)

BOLETIM GEOGRÁFICO. Rio de Janeiro: IBGE, 1943-1978. Trimestral.

BRASIL e parte da América do Sul. São Paulo: Michalany, 1981. 1 mapa. Escala: 1:600.000.

SICRANO, D. Título do capítulo em minúsculo. In: SICRANO, C. F., BELTRANO, C. (Org.). **Título do livro em minúsculo e negrito**.Cidade: Editora, ano. p.inicial-final.

SICRANO, D.; BELTRANO, A. J. Título do artigo em minúsculo. IN: NOME DO EVENTO EM MAIÚSCULO, número do evento em arábico, Local do evento. **Anais...** Local da Publicação: Editora da publicação, ano da publicação. p.inicial-final. (caso o evento for editado em CD substitua p.inicial-final por CD-ROM).

INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO (São Paulo, SP).**Projeto Lins Tupi**: foto aérea, 1986, 1 foto aérea. Escala: 1:35.000. Fx 28, n.15.

FULANO, A.; SICRANO, D.; BELTRANO, A. J. Título do trabalho em minúsculo. **Nome do periódico em minúsculo e negrito,** Local da Publicação, volume (v.86), número (n.1), p.inicial–final, ano da publicação.

ROSS, J. L. S. (Org.). **Geografia do Brasil.** 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001. 549p.